

3. Metody diagnostyczne w rehabilitacji kardiologicznej

3.1. Elektrokardiogram

Standardowy 12-odprowadzeniowy elektrokardiogram należy wykonywać:

- u wszystkich pacjentów przed rozpoczęciem każdego etapu rehabilitacji i po jego zakończeniu;
- u wybranych pacjentów w trakcie realizacji poszczególnych etapów w przypadku:
 - destabilizacji obrazu klinicznego,
 - pogorszenia tolerancji wysiłku.

Piśmiennictwo

Gibbons R.J., Chatterjee K., Daley J. i wsp. ACC/AHA/ACP-ASIM guidelines for the management of patients with chronic stable angina: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on the Management of Patients With Chronic Stable Angina). J. Am. Coll. Cardiol. 1999; 33: 2092–2197.

3.2. Elektrokardiograficzna próba wysiłkowa

Podstawą bezpiecznego wykonania elektrokardiograficznej próby wysiłkowej jest wnikliwa analiza stanu klinicznego pacjenta, przestrzeganie przeciwwskazań bezwzględnych oraz rozpatrzenie ewentualnych przeciwwskazań względnych do obciążenia chorego wysiłkiem fizycznym.

Do próby wysiłkowej kwalifikuje lekarz, odpowiadając jednocześnie za przebieg i interpretację wyników badania.

Warunki konieczne do wykonania badania

- zgoda pacjenta;
- przeszkolony personel;
- nadzór lekarski;
- wyposażenie techniczne (patrz rozdział 2.3);
- odpowiednie warunki klimatyczne w pracowni (dobra wentylacja, temp. 20–23°);
- przygotowanie pacjenta, obejmujące:
 - zalecenie spożycia lekkiego posiłku 2–3 godziny przed wysiłkiem,
 - zakaz picia kawy, mocnej herbaty, palenia tytoniu w dniu badania,

- zalecenie unikania większego wysiłku na co najmniej 12 godzin przed badaniem,
- wstępne krótkie badanie kliniczne,
- zapoznanie pacjenta z procedurami badania,
- pouczenie pacjenta o konieczności natychmiastowego zgłoszenia dolegliwości, mogących pojawić się w trakcie badania (ból w klatce piersiowej, duszność, zawroty głowy, zaburzenia widzenia i inne),
- sportowe ubranie,
- umieszczenie elektrod:
 - przygotowanie skóry (zmniejszenie oporności i poprawa adhezji),
 - lokalizacja elektrod:
 - z kończyn górnych — na tylnej lub przedniej powierzchni klatki piersiowej, możliwie blisko stawów barkowych,
 - z kończyn dolnych — na tylnej lub przedniej powierzchni tułowia, poniżej linii pępkowej,
 - przedsercowe — w miejscach typowych dla V1–V6.

W przypadku rehabilitacji próby wysiłkowe wykonuje się bez odstawienia przyjmowanych przez pacjenta leków.

Protokół badania wysiłkowego należy dobierać tak, aby czas trwania próby wysiłkowej wynosił 6–15 min — w zależności od etapu rehabilitacji.

W przypadku wykonywania próby wysiłkowej na bieżni ruchomej u pacjentów z przewidywaną dobrą tolerancją wysiłku najczęściej stosuje się protokół Bruce’a, natomiast u osób z niską tolerancją wysiłku — zmodyfikowany protokół Naughtona.

W przypadku próby na cykloergometrze badanie rozpoczyna się najczęściej od obciążenia 25 W i zwiększa się je co 2 lub 3 min o kolejne 25 W. U pacjentów z przewidywaną niską tolerancją wysiłku (np. u chorych z niewydolnością serca) obciążenie można zmieniać co 1 min o 12,5 W. U pacjentów z dobrą tolerancją wysiłku można stosować próby „szybkie”, rozpoczynające się od obciążenia 20 W, zwiększanego co 1 min o kolejne 20 W.

Bardziej przydatne mogą być testy typu *ramp*, których istotą jest najczęściej szybka zmiana obciążenia (np. co 20–30 s), co umożliwi równo-

mierny wzrost wykonywanej pracy, dobrze korelujący ze wzrostem zużycia tlenu. Obciążenia programuje się indywidualnie, najczęściej na podstawie testu próbnego, tak aby czas trwania wysiłku wynosił około 10 min. Pacjenci dobrze tolerują tego

rodzaju próby, jednak dotychczas są one mało rozpowszechnione.

Przykładowe protokoły stopniowane na bieżni ruchomej różnych rodzajów prób przedstawiono w tabelach 3.1–3.6.

Tabela 3.1. Protokół Bruce’a

Stopień	Czas fazy [min]	Prędkość V [mph]*	Prędkość V [km/h]	Nachylenie I [%]	Wartość obliczona pośrednio	
					VO ₂ [ml/min ⁻¹ /kg ⁻¹]	MET
1	3	1,7	2,7	10,0	16,3	4,6
2	3	2,5	4,0	12,0	24,7	7,1
3	3	3,4	5,5	14,0	35,6	10,2
4	3	4,2	6,8	16,0	47,2	13,5
5	3	5,0	8,0	18,0	60,3	17,2
6	3	5,5	8,8	20,0	71,3	20,4

*V [mph] — prędkość wyrażona w milach na godzinę

Tabela 3.2. Protokół Bruce’a zmodyfikowany

Stopień	Czas fazy [min]	Prędkość V [mph]*	Prędkość V [km/h]	Nachylenie I [%]	Wartość obliczona pośrednio	
					VO ₂ [ml/min ⁻¹ /kg ⁻¹]	MET
1	3	1,7	2,7	0	8,1	2,3
2	3	1,7	2,7	5	12,2	3,5
3	3	1,7	2,7	10,0	16,3	4,6
4	3	2,5	4,0	12,0	24,7	7,1
5	3	3,4	5,5	14,0	35,6	10,2
6	3	4,2	6,8	16,0	47,2	13,5
7	3	5,0	8,0	18,0	60,3	17,2

*V [mph] — prędkość wyrażona w milach na godzinę

Tabela 3.3. Protokół Cornella

Stopień	Czas fazy [min]	Prędkość V [mph]	Prędkość V [km/h]	Nachylenie I [%]	Wartość obliczona pośrednio	
					VO ₂ [ml/min ⁻¹ /kg ⁻¹]	MET
1	2	1,7	2,7	0,0	8,1	2,3
2	2	1,7	2,7	5,0	12,2	3,5
3	2	1,7	2,7	10,0	16,3	4,6
4	2	2,1	3,4	11,0	20,3	5,8
5	2	2,5	4,0	12,0	24,7	7,1
6	2	3	4,8	13,0	30,4	8,7
7	2	3,4	5,5	14,0	35,6	10,2
8	2	3,8	6,1	15,0	41,2	11,8
9	2	4,2	6,8	16,0	47,2	13,5
10	2	4,6	7,4	17,0	53,6	15,3
11	2	5	8,0	18,0	60,3	17,2

Tabela 3.4. Protokół Naughtona zmodyfikowany

Stopień	Czas fazy [min]	Prędkość V [mph]*	Prędkość V [km/h]	Nachylenie I [%]	Wartość obliczona pośrednio	
					VO ₂ [ml/min ⁻¹ /kg ⁻¹]	MET
1	1	1	1,6	0	6,2	1,8
2	2	2	3,2	0	8,9	2,5
3	2	2	3,2	3,5	12,2	3,5
4	2	2	3,2	7,0	15,6	4,5
5	2	2	3,2	10,5	19,0	5,4
6	2	2	3,2	14,0	22,4	6,4
7	2	2	3,2	17,5	25,8	7,4

*V [mph] — prędkość wyrażona w milach na godzinę

Tabela 3.5. Przykładowy protokół typu *ramp* wzorowany na protokole Bruce'a: BSU/Bruce Ramp (Kaminsky) przystosowany dla pacjentów o przewidywanej niskiej i średniej tolerancji wysiłku

Stopień	Czas [min:s]	Prędkość V [mph]*	Prędkość V [km/h]	Nachylenie I [%]
1	00:00	1,7	2,7	0
2	00:20	1,7	2,7	1,3
3	00:40	1,7	2,7	2,5
4	01:00	1,7	2,7	3,7
5	01:20	1,7	2,7	5
6	01:40	1,7	2,7	6,2
7	02:00	1,7	2,7	7,5
8	02:20	1,7	2,7	8,7
9	02:40	1,7	2,7	10
10	03:00	1,8	2,9	10,2
11	03:20	1,9	3,1	10,2
12	03:40	2,0	3,2	10,5
13	04:00	2,1	3,4	10,7
14	04:20	2,2	3,5	10,9
15	04:40	2,3	3,7	11,2
16	05:00	2,4	3,9	11,2
17	05:20	2,5	4,0	11,6
18	05:40	2,5	4,0	12
19	06:00	2,6	4,2	12,2
20	06:20	2,7	4,3	12,4
21	06:40	2,8	4,5	12,7
22	07:00	2,9	4,7	12,9
23	07:20	3,0	4,8	13,1
24	07:40	3,1	5,0	13,4
25	08:00	3,2	5,1	13,6
26	08:20	3,3	5,3	13,8
27	08:40	3,4	5,5	14
28	09:00	3,5	5,6	14,2
29	09:20	3,6	5,8	14,4
30	09:40	3,7	6,0	14,6
31	10:00	3,8	6,1	14,8
32	10:20	3,9	6,3	15
33	10:40	4,0	6,4	15,2
34	11:00	4,1	6,6	15,4
35	11:20	4,2	6,8	15,6
36	11:40	4,2	6,8	16
37	12:00	4,3	6,9	16,2

Tabela 3.6. Zalety i wady niektórych testów na bieżniach ruchomych

Protokół	Zalety	Wady
Bruce'a	Najczęściej stosowany	Niefizjologiczny, duże przyrosty obciążenia, słaba korelacja mocy z VO_2
Bruce'a zmodyfikowany	Często stosowany	Wolny przyrost obciążenia do 12 min badania, a następnie — jak powyżej
Cornella	Równomierny wzrost obciążenia w 2-minutowych interwałach	Rzadko stosowany, co utrudnia porównywanie wyników badań
Naughtona zmodyfikowany	„Łagodny”, przyrosty obciążenia o 1 MET, szczególnie przydatny u pacjentów z niską tolerancją wysiłku	Protokół kończy się na niskim obciążeniu (7,4 MET)
Typu <i>ramp</i>	Dobra korelacja obciążenia z VO_2 zarówno przy niskich, jak i wyższych obciążeniach	Mało rozpowszechniony

Tabela 3.7. Protokół stopniowany („wolny”) 25 W/2'/25 W

Stopień	Czas fazy [min]	Obciążenie [W]	Wartość obliczona pośrednio	
			VO_2 [ml/min ⁻¹ /kg ⁻¹]	MET
1	2	25	7,0	2,0
2	2	50	12,3	3,5
3	2	75	17,5	5,0
4	2	100	22,8	6,5
5	2	125	28,0	8,0
6	2	150	31,5	9,0
7	2	175	35,0	10,0
8	2	200	38,5	11,0
9	2	225	43,8	12,5
10	2	250	49,0	14,0

Podano wartości przybliżone dla masy ciała 70 kg

Protokół testu na cykloergometrze — patrz tab. 3.7

Przybliżony koszt energetyczny (ekwiwalent energetyczny MET) w czasie obciążania na cykloergometrze [W] w zależności od masy ciała badanego przedstawiono w tabeli 3.8.

Intensywność badań wysiłkowych i nadzór nad pacjentem

Preferuje się próby submaksymalne do 15. punktu według skali Borga lub ograniczone objawami (*symptom limited*), z wyjątkiem wczesnych okresów rekonwalescencji w różnych jednostkach kardiologicznych omówiono w rozdziale 5. W tych sytuacjach stosuje się próby submaksymalne do 13 punktu według skali Borga lub do 70% przewidywanej maksymalnej częstotliwości rytmu serca (tab. 3.9).

Maksymalną dla danego wieku częstotliwość rytmu serca oblicza się w przybliżeniu według wzoru:

$$220 - \text{wiek}$$

lub według nowej formuły:

$$208 - 0,7 \times \text{wiek}$$

U chorych z niską tolerancją wysiłku testy na cykloergometrze należy rozpoczynać od jazdy bez obciążenia, trwającej 1–3 min. Wszystkie testy powinny kończyć się 1–3-minutowym wysiłkiem bez obciążenia. Zmniejsza to ryzyko wystąpienia odczynów wazowagalnych, szczególnie u pacjentów niewysportowanych.

Obserwację pacjenta i monitorowanie zapisu EKG należy kontynuować przez co najmniej 5 min po zaprzestaniu wysiłku, ponieważ w niektórych przy-

Tabela 3.8. Koszt energetyczny wysiłku na cykloergometrze [MET]

Masa ciała [kg]	Koszt energetyczny [MET] w zależności od obciążenia [W]						
	50 W	75 W	100 W	125 W	150 W	175 W	200 W
50	5,1	6,9	8,6	10,3	12,0	13,7	15,4
60	4,3	5,7	7,1	8,6	10,0	11,4	12,9
70	3,7	4,9	6,1	7,3	8,6	9,8	11,0
80	3,2	4,3	5,4	6,4	7,5	8,6	9,6
90	2,9	3,8	4,8	5,7	6,7	7,6	8,6
100	2,6	3,4	4,3	5,1	6,0	6,9	7,7

Tabela 3.9. Skala odczuwanego obciążenia wysiłkiem według Borga

6	} Minimalny	14	} Ciężki
7		15	
8		16	
9	Bardzo lekki	17	Bardzo ciężki
10	} Lekki	18	} Maksymalny
11		19	
12		20	
13	Umiarkowany		

padkach dopiero wówczas mogą pojawić się cechy niedokrwienia mięśnia sercowego i zaburzenia rytmu.

Pacjent może opuścić pracownię, gdy ustąpiło uczucie zmęczenia i inne dolegliwości, a jego stan kliniczny i zapis EKG są zbliżone do wyjściowego.

Wskazania do wykonania elektrokardiograficznej próby wysiłkowej

- element oceny ryzyka incydentu sercowego — patrz tab. 3. 14;
- kwalifikacja chorego do odpowiedniego modelu treningu rehabilitacyjnego — patrz rozdział 4.1;
- ocena efektów zastosowanej terapii;
- ocena efektów rehabilitacji, ułatwiająca ustalenie dalszego postępowania i określenie możliwości podjęcia aktywności w życiu codziennym i zawodowym — patrz rozdział 6.

Przeciwwskazania do wykonania elektrokardiograficznej próby wysiłkowej

- brak zgody pacjenta;
- ostry zawał serca (poniżej 4 dni);
- niestabilna dławica piersiowa (poniżej 2 dni od ostatniego bólu wieńcowego);
- symptomatyczne zaburzenia rytmu;
- blok przedsionkowo-komorowy III stopnia bez zabezpieczenia stymulatorem;

- niewydolność serca znacznego stopnia (IV klasa wg klasyfikacji NYHA);
 - źle kontrolowane nadciśnienie tętnicze;
 - ostre zapalenie mięśnia sercowego, wsierdza lub osierdza;
 - istotne zwężenie zastawki aortalnej (pole < 0,75 cm², gradient > 70 mm Hg);
 - kardiomiopatia przerostowa ze zwężeniem drogi odpływu;
 - tętniak rozwarstwiający aorty;
 - ostra zatorowość płucna;
 - zakrzepica żylna kończyn dolnych;
 - inne ostre i/lub niewyrównane schorzenia niekardiologiczne (np. choroby gorączkowe, niewydolność nerek, niewyrównana cukrzyca, tyreotoksykoza, zaburzenia wodno-elektrolitowe).
- Indywidualnie należy rozważyć ryzyko wykonania badania wysiłkowego, jeśli występują:
- zwężenie zastawki aortalnej średniego stopnia;
 - kardiomiopatia przerostowa bez zwężenia drogi odpływu;
 - blok przedsionkowo-komorowy II stopnia;
 - niepełnosprawność fizyczna i/lub psychiczna;
 - tętniak aorty odcinka piersiowego;
 - zwężenie pnia lewej tętnicy wieńcowej lub jego ekwiwalent.

Bezwzględne wskazania do przerwania próby wysiłkowej

- prośba chorego o przerwanie badania;
- narastający ból dławicowy;
- objawy ze strony ośrodkowego układu nerwowego (zawroty głowy, zasłabnięcie, ataksja);
- sinica lub bladeść skóry;
- osiągnięcie założonego stopnia zmęczenia (nie więcej niż 15–16 pkt w skali Borga);
- osiągnięcie limitu tętna;
- wzrost wartości ciśnienia skurczowego > 230 mm Hg i/lub rozkurczowego > 120 mm Hg;
- spadek wartości ciśnienia skurczowego > 10 mm Hg w stosunku do ciśnienia przy poprzednim obciążeniu;

- groźne zaburzenia rytmu serca — częstoskurcz komorowy, wieloogniskowe pobudzenia przedwczesne komorowe lub pobudzenia jednoogniskowe gromadne ≥ 3 , częstoskurcz nadkomorowy;
- blok przedsionkowo-komorowy i/lub inna bradyarytmia lub blok odnogi pęczka Hisa;
- uniesienie odcinka ST > 1 mm w odprowadzeniach bez patologicznego załamka Q (z wyjątkiem odprowadzeń V1 i aVR);
- obniżenie odcinka ST poziomego lub skośnego w dół > 2 mm;
- techniczne trudności w monitorowaniu EKG lub ciśnienia tętniczego.

Wynik elektrokardiograficznej próby wysiłkowej

Powinien się składać z danych i pomiarów umożliwiających jego pełną interpretację oraz zaprogramowanie treningu. Dane te powinny obejmować:

- rodzaj urządzenia obciążającego (cykloergometr lub bieżnia), protokół i czas trwania próby;
- częstotliwość rytmu serca, ciśnienie tętnicze — spoczynkowe, w trakcie wysiłku, z uwzględnieniem wysiłku maksymalnego;
- ocenę wydolności w MET (VO_2) lub watach;
- przyczynę przerwania wysiłku;
- subiektywną ocenę stopnia zmęczenia według skali Borga — w chwili maksymalnego wysiłku;
- stopień nasilenia bólu wieńcowego — jeżeli wystąpił;
- analizę zapisu EKG: przemieszczenie i przebieg odcinka ST, liczba i rodzaj odprowadzeń, w których wystąpiły zmiany oraz czas ich utrzymywania się po wysiłku;
- częstotliwość rytmu serca, wartość ciśnienia tętniczego oraz obciążenie, przy których odcinek ST obniżył się o 1 mm, jeżeli test zakończono przy bardziej nasilonych cechach niedokrwienia;
- ocenę występowania zaburzeń rytmu serca: ich liczba i jakość oraz związek z wysiłkiem;
- kliniczną interpretację testu.

Piśmiennictwo

- Borg G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1982; 14: 377–381.
- Fleg J.L., Pina I.L., Balady G.J. i wsp. Assessment of functional capacity in clinical and research applications: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, Am. Heart Assoc. *Circulation* 2000; 102: 1591–1597.
- Fletcher G.F., Balady G.J., Amsterdam E.A. i wsp. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 2001; 104: 1694–1740.

- Fox S.M., Naughton J.P., Haskell W.L. Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Ann. Clin. Res.* 1971; 3: 404–432.
- Gibbons R.J., Balady G.J., Beasley J.W. i wsp. ACC/AHA guidelines for exercise testing: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). *J. Am. Coll. Cardiol.* 1997; 30: 260–311.
- Kaminsky L.A., Whaley M.H. Evaluation of a new standardized ramp protocol: the BSU/Bruce Ramp protocol. *J. Cardiopulm. Rehab.* 1998; 18: 438–444.
- Morris C.K., Myers J., Froelicher V.F. i wsp. Nomogram based on metabolic equivalents and age for assessing aerobic exercise capacity in men. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1993; 22: 175–182.
- Myers J., Buchanan N., Walsh D. i wsp. Comparison of the ramp versus standard exercise protocols. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1991; 17: 1334–1342.
- Recommendations by the Working Group on Cardiac Rehabilitation of the European Society of Cardiology. Long-term comprehensive care of cardiac patients. *Eur. Heart J.* 1992; 13 (supl. C): 1C–45C.
- Rehabilitation after cardiovascular diseases, with special emphasis on developing countries: report of a WHO Committee. *World Health Organ. Tech. Rep. Ser.* 1993; 831: 1–122.
- Tanaka H., Monahan K.D., Seals D.R. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2002; 37: 153–156.

3.3. Badanie spiroergometryczne

Pomiar wymiany gazowej w czasie próby wysiłkowej (spiroergometria) jest precyzyjnym narzędziem umożliwiającym ocenę wydolności fizycznej oraz pozwalającym na różnicowanie przyczyn jej niskiego poziomu.

Wskazania do wykonania badania spiroergometrycznego

- ocena wydolności i wyników terapii chorych z przewlekłą niewydolnością serca, w przypadku których rozważa się transplantację serca;
- pomoc w różnicowaniu „sercowej” lub „płucnej” przyczyny duszności wysiłkowej lub niskiej wydolności — przy niejasnym jej pochodzeniu;
- ocena wydolności u pacjentów ze wskazaniami medycznymi, u których subiektywna ocena wydolności jest niewiarygodna;
- określenie intensywności treningu fizycznego jako części kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej.

Tabela 3.10. Parametry wentylacyjne analizowane w badaniu spiroergometrycznym

Parametr	Skrót	Jednostki
Szczytowe zużycie tlenu	$PeakVO_2$	[l/min], [ml/min ⁻¹ /kg ⁻¹]
Szczytowe wydalenie dwutlenku węgla	$PeakVCO_2$	[l/min], [ml/min ⁻¹ /kg ⁻¹]
Równoważnik metaboliczny MET*	MET	1/1
Wentylacja minutowa	VE	[l/min]
Wentylacyjny próg anaerobowy	VAT	[ml/min ⁻¹ /kg ⁻¹], % $peakVO_2$
Równoważnik oddechowy (RQ = VCO_2/VO_2)	RQ	1/1
Ekwiwalent wentylacyjny dla CO_2	VE/VCO_2	1/1
Ekwiwalent wentylacyjny dla O_2	VE/VO_2	1/1

*Za jednostkę 1 MET (metaboliczny ekwiwalent) przyjęto zużycie tlenu przez 40-letniego mężczyznę o masie ciała 70 kg w spoczynku, w pozycji siedzącej; odpowiada ono wielkości 3,5 ml/min⁻¹/kg⁻¹

Tabela 3.11. Parametry spiroergometryczne różnicujące przyczyny niskiej wydolności fizycznej

Parametr	Przyczyna niskiej wydolności	
	Sercowa	Płucna
VO_{2max}	Osiągalny lecz niski	Nieosiągalny
$PeakVO_2$	Niski	Niski
VAT	Osiągalny lecz niski	Rzadko osiągalny
VE_{max}	< 50% uzyskanej MVV	> 50% uzyskanej MVV

MVV (*maximal voluntary ventilation*) — dowolna maksymalna wentylacja minutowa

Protokoły badań — patrz rozdział 3.2

Na podstawie ciągłego pomiaru wentylacji oraz stężenia tlenu i dwutlenku węgla we wydychanym powietrzu należy oznaczyć parametry umieszczone w tabeli 3.10.

U chorych ze schorzeniami kardiologicznymi maksymalne zużycie tlenu (VO_{2max}) jest trudne do uzyskania i potencjalnie niebezpieczne. Dlatego wykorzystano pojęcie szczytowego zużycia tlenu ($peak VO_2$), starając się, aby wysiłek trwał tak długo, aż zostanie przekroczony próg wentylacyjny lub osiągnięty 15–16 punkt w subiektywnej skali zmęczenia według Borga — patrz rozdział 3.2.

Wentylacyjny próg anaerobowy (VAT)

Jest to parametr wykorzystywany do dawkowania obciążeń treningowych, który można wyznaczyć w badaniu spiroergometrycznym za pomocą kilku metod:

- punkt, w którym następuje wzrost ekwiwalentu wentylacyjnego dla tlenu (VE/VO_2) przy braku wzrostu ekwiwalentu wentylacyjnego dla dwutlenku węgla (VE/VCO_2);
- punkt, w którym systematyczny wzrost stężenia tlenu w powietrzu wydechowym ($P_{ET}O_2$) następuje bez spadku ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla w powietrzu wydechowym ($P_{ET}CO_2$);

- punkt odejścia krzywej relacji VCO_2/VO_2 (*V-slope*) w kierunku VCO_2 ;
- punkt przecięcia się krzywych VCO_2 i VO_2 (RQ = 1,0) — obecnie rzadziej stosowany.

Różnicowanie przyczyn niskiej wydolności fizycznej

Jednym z podstawowych wskazań do wykonania badania spiroergometrycznego jest możliwość ustalenia przyczyny niskiej wydolności fizycznej. W tabeli 3.11 przedstawiono wartości wybranych parametrów badania w przypadku występowania sercowych lub płucnych schorzeń ograniczających wydolność fizyczną.

Klasyfikacja wydolności fizycznej na podstawie szczytowego zużycia tlenu

Wydolność fizyczną określa się za pomocą VO_{2max} — w praktyce rehabilitacyjnej $peakVO_2$ (tab. 3.12).

Wartości $peakVO_2$ oraz VAT w badaniu, w którym chory uzyskał odpowiedni stopień zmęczenia, są nie tylko najbardziej dokładnym sposobem oceny wydolności fizycznej, ale mają także istotne znaczenie jako pojedynczy parametr prognostyczny u chorych z niewydolnością serca. Biorąc pod uwagę wartości $peakVO_2$ oraz VAT, Weber i wsp. wyszcze-

Tabela 3.12. Wartości należne $peakVO_2$ i przeliczenie na MET w grupach wiekowych mężczyzn i kobiet

Wiek [lata]	Mężczyźni		Kobiety	
	VO_2 [ml/min ⁻¹ /kg ⁻¹]	MET	VO_2 [ml/min ⁻¹ /kg ⁻¹]	MET
20–29	43 ± 7,2	12	36 ± 6,9	10
30–39	42 ± 7,0	12	34 ± 6,2	10
40–49	40 ± 7,2	11	32 ± 6,2	9
50–59	36 ± 7,1	10	29 ± 5,4	8
60–69	33 ± 7,3	9	27 ± 4,7	8
70–79	29 ± 7,3	8	27 ± 5,8	8

Tabela 3.13. Klasyfikacja niewydolności aerobowej chorych z niewydolnością serca według Webera i wsp.

Klasa	Niewydolność aerobowa	$PeakVO_2$ [ml/min ⁻¹ /kg ⁻¹]	VAT [ml/min ⁻¹ /kg ⁻¹]
A	Łagodna lub jej brak	> 20	> 14
B	Łagodna do umiarkowanej	16–20	11–14
C	Umiarkowana do ciężkiej	10–16	8–11
D	Ciężka	6–10	5–8
E	Bardzo ciężka	< 6	< 4

gólnili 5 klas niewydolności u chorych z niewydolnością serca (tab. 3.13).

Piśmiennictwo

- Fleg J.L., Pina I.L., Balady G.J. i wsp. Assessment of functional capacity in clinical and research applications: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation* 2000; 102: 1591–1597
- Fletcher G.F., Balady G.J., Amsterdam E.A. i wsp. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 2001; 104: 1694–1740.
- Gibbons R.J., Balady G.J., Beasley J.W. i wsp. ACC/AHA guidelines for exercise testing: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). *J. Am. Coll. Cardiol.* 1997; 30: 260–311.
- Morris C.K., Myers J., Froelicher V.F. i wsp. Nomogram based on metabolic equivalents and age for assessing aerobic exercise capacity in men. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1993; 22: 175–182.
- Myers J., Buchanan N., Walsh D. i wsp. Comparison of the ramp versus standard exercise protocols. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1991; 17: 1334–1342.
- Weber K.T., Janicki J.S., McElroy P.A. Determination of aerobic capacity and the severity of cardiac and circulatory failure. *Circulation* 1987; 76: 40–45.

Working Group on Cardiac Rehabilitation & Exercise Physiology and Working Group on Heart Failure of the European Society of Cardiology. Recommendations for exercise testing in chronic heart failure patients. *Eur. Heart J.* 2001; 22: 37–45.

3.4. Sześciominutowy test marszu

Sześciominutowy test marszu (6MWT, *6-minute walk test*) jest miarodajną, powtarzalną i tanią metodą oceny wydolności fizycznej i jednym z elementów oceny funkcji motorycznych. Mimo swej prostoty wykazuje korelację liniową z pomiarem szczytowego zużycia tlenu ($peakVO_2$). Ma on również wartość prognostyczną w ocenie chorobowości i śmiertelności w grupie chorych z przewlekłą niewydolnością serca, zwłaszcza jeśli przebyty dystans wynosi poniżej 300 m. Wartość referencyjna 6-minutowego dystansu według Gibbonsa i wsp. wynosi 698 ± 96 m.

Badanie wykonuje się w przypadku braku technicznych możliwości przeprowadzenia testu wysiłkowego na bieżni lub cykloergometrze lub istnienia przeciwwskazań do wykonania.

Test polega na swobodnym marszu, w dogodnym dla badanego tempie, tak by przeszedł on jak najdłuższy dystans w ciągu 6 minut. Badanie przeprowadza się na oznakowanym 20–30-metrowym korytarzu. Na wynik testu składają się: wyrażony w metrach dystans, jaki badany przeszedł w wyznaczonym czasie,

opis samopoczucia chorego oraz stopień jego zmęczenia według skali Borga. Przed rozpoczęciem i po zakończeniu marszu zaleca się dokonanie w pozycji siedzącej pomiarów tętna i ciśnienia tętniczego.

Powtórzenie testu daje zwykle lepszy wynik (efekt „uczenia się”) oceniany na około 6%.

Piśmiennictwo

- Bettencourt P., Ferreira A., Dias P. i wsp. Predictors of prognosis in patients with stable mild to moderate heart failure. *J. Card. Failure* 2000; 6: 306–313.
- Gibbons W.J., Fruchter N., Sloan S., Levy R.D. Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. *J. Cardiopulm. Rehab.* 2001; 21: 87–93.
- Hamilton D.M., Haennel R.G. Validity and reliability of the 6-minute walk test in a cardiac rehabilitation population. *J. Cardiopulm. Rehab.* 2000; 20: 156–164.
- Sharma R., Anker S.D. The 6-minute walk test and prognosis in chronic heart failure — the available evidence. *Eur. Heart J.* 2001; 22: 445–448.

3.5. Ambulatoryjne 24-godzinne monitorowanie EKG

Ambulatoryjne 24-godzinne monitorowanie EKG powinno się wykonać:

- u wszystkich pacjentów przed rozpoczęciem kolejnego etapu rehabilitacji;
- u wybranych pacjentów:
 - jako badanie kontrolne efektów postępowania podjętego na podstawie wyniku badania wstępnego,
 - w przypadku destabilizacji obrazu klinicznego z wystąpieniem dolegliwości i objawów zdefiniowanych w standardach PTK jako wskazania do wykonania badania holterowskiego.

Standardowa analiza powinna uwzględniać:

- ocenę częstotliwości rytmu;
- ocenę zaburzeń rytmu;
- ocenę przemieszczenia odcinka ST.

Pożądana jest analiza zmienności rytmu zatokowego. Analiza LF/HF może być pożytecznym wskaźnikiem efektywności treningów. Prawidłowo przeprowadzona rehabilitacja ruchowa powinna spowodować przesunięcie równowagi współczulno-przywspółczulnej, doprowadzając do przewagi nerwu błędnego — spadek wartości LF/HF.

Użyta do badania aparatura, sposób wykonania rejestracji, analiza zapisu, interpretacja wyniku powinny być zgodne ze standardami PTK.

Piśmiennictwo

Standardy postępowania dotyczące wybranych zagadnień elektrokardiologii nieinwazyjnej. PTK. Piotrowicz R. (red.). *Elektrofizjologia i Stymulacja Serca* 1998; 5 (supl. II).

3.6. Echokardiografia

Przezskłatkowe spoczynkowe badanie echokardiograficzne

U każdego chorego podczas I etapu rehabilitacji kardiologicznej powinno się wykonywać przezskłatkowe badanie echokardiograficzne. W rehabilitacji przebiegającej bez powikłań badanie to powinno być powtórzone po 6 miesiącach, a następnie wykonywane raz na 1–2 lata. U pacjentów z upośledzoną czynnością lewej komory badanie należy powtórzyć pod koniec II etapu rehabilitacji. Badanie trzeba wykonywać częściej w przypadku szybkiego postępu choroby, pojawienia się nowych dolegliwości lub zmian w badaniu przedmiotowym, takich jak:

- stwierdzenie po raz pierwszy klinicznych objawów niewydolności serca;
- podejrzenie płynu w worku osierdziowym;
- uniesienie odcinka ST w czasie testu wysiłkowego.

Przezprzelykowe badanie echokardiograficzne

U niektórych pacjentów poddawanych rehabilitacji kardiologicznej przezskłatkowe spoczynkowe badanie echokardiograficzne wymaga uzupełnienia o badanie przezprzelykowe.

Wskazania do tego badania zawarto w odpowiednich standardach PTK.

Echokardiografia obciążeniowa

Echokardiografię obciążeniową (wysiłkową lub farmakologiczną) wykonuje się u pacjentów zgodnie z zaleceniami i standardami PTK.

Wybór metody obciążenia nie jest jednoznacznie określony.

Echokardiografię farmakologiczną wykonuje się szczególnie u pacjentów z chorobami naczyń obwodowych, nieprawidłowościami ortopedycznymi, chorobami neurologicznymi oraz innymi współistniejącymi schorzeniami uniemożliwiającymi badanie wysiłkowe.

Piśmiennictwo

Hoffman P. Echokardiografia przezprzelykowa. *Kardiol. Pol.* 2001; 55: 173–175.

Standardy Echokardiografii Klinicznej Sekcji Echokardiografii Polskiego Towarzystwa Kardiologicznego. Kardiolog. Pol. 1999; 51: 173–187.

Szwed H. Echokardiografia wysiłkowa w chorobie niedokrwiennej serca. Kardiolog. Pol. 2001; 54: 458–461.

3.7. Pomiary ciśnienia tętniczego krwi — tradycyjny, domowy i całodobowy

Tradycyjne pomiary ciśnienia tętniczego wykonuje się za pomocą manometru rtęciowego, który nadal uważa się za urządzenie najdokładniejsze i referencyjne. Pierwszy pomiar ciśnienia powinien być wykonany na obu ramionach, a następne na ramieniu, na którym stwierdzono wyższe wartości ciśnienia.

Do pomiaru ciśnienia tętniczego coraz częściej używa się aparatów półautomatycznych i automatycznych. Zaleca się aparaty, za pomocą których ciśnienie mierzy się na ramieniu, a nie na przedramieniu. Spośród aparatów automatycznych powinno się używać tylko tych modeli, które uzyskały rekomendację towarzystw naukowych.

Pomiary domowe wzbudzają coraz większe zainteresowanie ekspertów, lekarzy i pacjentów. Grupa robocza ds. pomiarów ciśnienia Europejskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego uznaje ich wartość usługową i naukową na równi z całodobową rejestracją ciśnienia tętniczego. W celu aktualnej kontroli ciśnienia lub ustalenia rozpoznania nadciśnienia pomiary domowe powinno się wykonywać przez co najmniej 3 kolejne dni, 4 razy dziennie (rano, w południe, wieczorem, przed snem).

Przewagą automatycznego całodobowego pomiaru ciśnienia nad pomiarami domowymi jest możliwość oceny wartości ciśnienia tętniczego w nocy. Wartości ciśnienia uzyskane w pomiarach całodobowych znacznie lepiej niż wyniki pomiarów tradycyjnych korelują z występowaniem powikłań narządowych nadciśnienia.

Najczęściej stosuje się pomiary co 20 min w ciągu dnia (7:00–23:00) oraz co 30 min w nocy (23:00–7:00). Podział ten jest arbitralny i wydaje się, że lepiej jest zaprogramować częstość pomiarów na podawane przez pacjenta okresy snu i czuwania.

Całodobowy automatyczny pomiar ciśnienia tętniczego jest wskazany w następujących sytuacjach:

- podejrzenie nadciśnienia białego fartucha lub efektu białego fartucha;
- nadciśnienie odporne na leczenie;
- nadciśnienie napadowe;
- hipotonia ortostatyczna;
- kontrola terapii hipotensyjnej;
- nadciśnienie graniczne z obecnością zmian narządowych.

Piśmiennictwo

2003 European Society of Hypertension — European Society of Cardiology guidelines for the management of arterial hypertension — Guidelines Committee. J. Hypertens. 2003; 21: 1011–1053.

Stanowisko Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego. Zasady postępowania w nadciśnieniu tętniczym. Nadciśnienie Tętnicze 2000; 4: B1–B34.

The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure — the JNC Report. JAMA 2003; 289: 2560–2572.

3.8. Badanie radiologiczne klatki piersiowej

Wraz z upowszechnieniem dostępu do echokardiografii oraz burzliwym rozwojem nowoczesnych technik obrazowania, takich jak: rezonans magnetyczny, tomografia komputerowa, badanie radioizotopowe, znaczenie diagnostyczne badań radiologicznych klatki piersiowej, a tym samym zastosowanie ich w rehabilitacji kardiologicznej uległo w ostatnich latach zmniejszeniu. Badanie to jednak dzięki swojej dostępności pozostaje nadal podstawową metodą dostarczającą cennych informacji na temat wielkości serca, dużych naczyń, przepływu płucnego oraz obecności płynu w jamie opłucnej.

Piśmiennictwo

Gibbons R.J., Chatterjee K., Daley J. i wsp. ACC/AHA/ACP-ASIM guidelines for the management of patients with chronic stable angina: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on the Management of Patients With Chronic Stable Angina). J. Am. Coll. Cardiol. 1999; 33: 2092–2197.

3.9. Badania laboratoryjne

Zakres badań laboratoryjnych mających zastosowanie w rehabilitacji kardiologicznej obejmuje oznaczanie:

- morfologii, glukozy (ewentualnie test doustnego obciążenia glukozą), stężenia kreatyniny, elektrolitów, kwasu moczowego, profilu lipidowego (cholesterol całkowity, cholesterol frakcji LDL i HDL, triglicerydy);
- ALAT, CPK — u osób leczonych statynami;
- TSH — u pacjentów leczonych amiodaronem;
- INR — u chorych leczonych antykoagulantami;
- homocysteiny, fibrynogenu, PAI-1, insuliny, insuliny po obciążeniu glukozą, CRP — u pacjentów wysokiego ryzyka;
- hemoglobiny glikowanej (HbA_{1c}) — u chorych na cukrzycę.

Piśmiennictwo

Balady G.J., Ades P.A., Comoss P. i wsp. Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs. A statement for healthcare professionals from the American Heart association and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation* 2000; 102: 1069–1073.

Giannuzzi P., Saner H., Björnstad P. i wsp. Secondary Prevention Through Cardiac Rehabilitation. Position Paper of the Working Group on Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology of the European Society of Cardiology. *Eur. Heart J.* 2003; 24: 1273–1278.

3.10. Kompleksowa ocena ryzyka zdarzeń sercowych

Rozpoczęcie kompleksowej rehabilitacji kardiologicznej musi być poprzedzone wnikliwą oceną ryzyka wystąpienia zdarzeń sercowych. Ma ona umożliwić dokonanie wyboru względnie bezpiecznego, a zarazem i skutecznego programu rehabilitacji ruchowej. W stratyfikacji ryzyka zdarzeń sercowych uwzględnia się wyniki badania podmiotowego, przedmiotowego i badań dodatkowych.

Proponowany model kompleksowej klasyfikacji ryzyka wiąże się w większym stopniu z prognozowaniem chorobowości i śmiertelności sercowej niż ze specyficznym ryzykiem zdarzeń sercowych prowokowanych wysiłkiem. Niemniej ryzyko zdarzeń sercowych jest jednym z najważniejszych elementów decydujących o kwalifikacji do odpowied-

niego modelu rehabilitacji, decyduje o formie zabezpieczenia procesu rehabilitacji, a także stanowi bardzo ważną wskazówkę w ocenie możliwości podjęcia przez chorego pracy zawodowej.

Do grupy niskiego ryzyka można jedynie zaliczyć pacjentów spełniających wszystkie wymienione powyżej kryteria ryzyka niskiego, natomiast obecność już jednej z wymienionych cech wysokiego ryzyka powoduje zakwalifikowanie chorego do grupy wysokiego ryzyka.

Chorzy niezakwalifikowani ani do grupy niskiego, ani wysokiego ryzyka obciążeni są ryzykiem umiarkowanym (tab. 3.14).

Piśmiennictwo

American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Guidelines for Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention Programs: Promoting Health & Preventing Disease. Wyd. 3. Champaign, IL. Human Kinetics; 1999.

Poloński L., Rybicki J. Rehabilitacja w dobie kardiologii inwazyjnej. *Kardiolog. Pol.* 2003; 58: 511–514.

3.11. Ocena jakości życia

Jakość życia (QoL, *quality of life*) jest szerokim pojęciem obejmującym:

- zdrowie fizyczne;
- stan psychiczny;
- społeczne relacje osoby z otoczeniem.

Tabela 3.14. Model stratyfikacji ryzyka zdarzeń sercowych

Czynnik ryzyka	Ryzyko		
	Małe	Umiarkowane	Duże
Funkcja skurczowa lewej komory	Brak istotnej dysfunkcji LVEF \geq 50%	Umiarkowana dysfunkcja LVEF = 36–49%	Istotnie upośledzona LVEF \leq 35%
Złożona arytmia komorowa	Nieobecna w spoczynku oraz podczas wysiłku		Obecna w spoczynku oraz podczas wysiłku
Cechy niedokrwienia w wysiłkowym EKG	Nieobecne	Obniżenie odcinka ST \geq 1 mm a \leq 2 mm	Obniżenie odcinka ST $>$ 2 mm
Wydolność fizyczna	\geq 7 MET $>$ 100 W	5–6,9 MET 75–100 W	$<$ 5 MET $<$ 75 W
Reakcja hemodynamiczna na wysiłek	Prawidłowa		Brak przyrostu lub spadek SBP lub HR wraz ze wzrostem obciążenia
Dane kliniczne	Niepowikłany zawał serca, CABG, PCI		Zawał serca lub zabieg powikłany wstrząsem, niewydolność serca, nawroty niedokrwienia po leczeniu inwazyjnym

LVEF (*left ventricular ejection fraction*) — frakcja wyrzutowa lewej komory serca, SBP (*systolic blood pressure*) — skurczowe ciśnienie tętnicze, HR (*heart rate*) — częstotliwość rytmu serca, CABG (*coronary artery bypass grafting*) — pomostowanie aortalno-wieńcowe, PCI (*percutaneous coronary intervention*) — przeszczepowa interwencja wieńcowa

Zainteresowanie QoL w opiece zdrowotnej wynika m.in. z faktu, że ilościowa ocena zawarta we wskaźnikach biochemicznych i/bądź fizjologicznych — jako tylko wartość względna — nie wskazuje na samopoczucie pacjenta i jego przekonanie o własnej wartości oraz zdolności do funkcjonowania w codziennym życiu.

Zagadnienie oceny QoL staje się coraz bardziej istotne wraz ze zwiększającą się liczbą pacjentów przewlekle chorych, którym zapewnienie optymalnego samopoczucia wymaga coraz większych nakładów finansowych, nie zawsze chętnie akceptowanych przez pozostałą część społeczeństwa. To z kolei rodzi potrzebę stworzenia precyzyjnych metod pozwalających ocenić różne formy postępowania leczniczego i rehabilitacyjnego w aspekcie ich wpływu na parametry QoL, a także zweryfikować osiągnięte korzyści w zależności od poniesionych kosztów.

Oceniając QoL, można uwzględnić:

- subiektywną percepcję dobrego samopoczucia;
 - satysfakcję z życia i codziennego funkcjonowania;
 - ogólny poziom satysfakcji;
 - objawy choroby;
 - obraz własnego ciała;
 - życie seksualne;
 - pracę lub szkołę;
 - stosunki międzyludzkie;
 - czas wolny (rekreację),
- czyli w innym ujęciu
- stopień spełnienia ważnych dla człowieka potrzeb.

Brak jednolitego ujęcia QoL wynika z jednej strony ze stosowania nieprecyzyjnych, wieloznacznych pojęć, z drugiej zaś — stosunku do zagadnienia QoL (np. medycznego lub psychosocjalnego).

Z punktu widzenia rehabilitacji kardiologicznej najbardziej przydatna wydaje się następująca definicja: „Jakość życia to dobre samopoczucie, satysfakcja z życia i pozytywna ocena ogólnego funkcjonowania”.

Natomiast za wyznaczniki QoL, zwane również czynnikami QoL można przyjąć:

- wyznaczniki subiektywne:
 - fizyczne (np. sprawność, występowanie dolegliwości),
 - psychiczne (np. lęk, depresja, obraz siebie),

- międzyludzkie (np. wsparcie społeczne, interakcje z innymi osobami),
- społeczne (np. satysfakcja z pracy, sytuacji materialnej, pozycji społecznej);
- wyznaczniki obiektywne:
 - stan zdrowia (wyniki badań medycznych),
 - obraz kliniczny i rozpoznanie kardiologiczne,
 - status społeczno-ekonomiczny (mieszkanie, praca, dochody),
 - kontakty społeczne (ilość i jakość).

Oceniając wpływ rehabilitacji na QoL pacjentów ze schorzeniami kardiologicznymi, należy uwzględnić:

- rodzaj oferty rehabilitacyjnej — np. tylko rehabilitacja fizyczna, mimo występowania u chorych znaczących problemów psychicznych i socjalnych;
- kryterium rozumienia — znaczenie przypisywane przez pacjenta rehabilitacji w obniżeniu ryzyka choroby;
- kryterium zaangażowania w proces rehabilitacji;
- systematyczność kontynuowania rehabilitacji przez pacjenta;
- wsparcie rodziny.

Metody oceny jakości życia

Najbardziej powszechnymi metodami oceny QoL są kwestionariusze oraz skale analogowe (typu „papier-ołówek”). Są to sposoby proste i łatwe do stosowania.

Do metod przydatnych w kardiologii należy zaliczyć:

- *Cardiac Follow-up Questionnaire*;
- kwestionariusz SF-36;
- *Nottingham Health Profile* (może być wykorzystany przy ocenie efektów rehabilitacji kardiologicznej — efekty odległe);
- Skala Samooceny (do badania lęku i depresji).

Istnieje ponadto wiele skal przeznaczonych do oceny wybranych wskaźników wchodzących w strukturę pojęcia QoL, które mogą być stosowane w zależności od zainteresowań i kierunku poszukiwań zespołów badawczych.

Piśmiennictwo

Tylka J. Jakość życia w odniesieniu do rehabilitacji kardiologicznej. *Rehabilitacja Medyczna* 2002; 6: 52–56.